



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-162331

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | 識別記号   | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所 |
|----------------------------|--------|--------|---------------|--------|
| H 0 1 L                    | 23/29  |        | H 0 1 L 23/30 | G      |
|                            | 23/31  |        | 23/08         | B      |
|                            | 23/08  |        | 23/30         | D      |
|                            | 29/861 |        | 29/91         | Z      |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-316168

(22) 出願日 平成7年(1995)12月5日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 森沢 健一

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業部内

(72) 発明者 森田 正行

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業部内

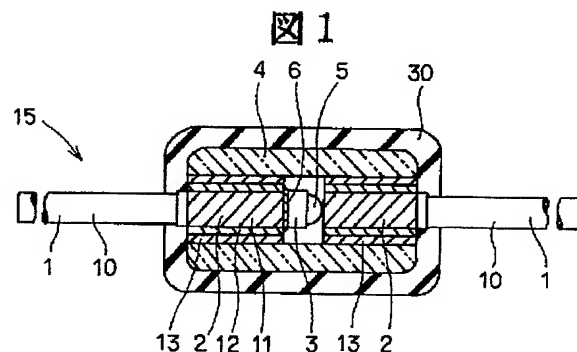
(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

(54) 【発明の名称】 ダイオードおよびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 気密封止が損なわれない信頼性の高いダイオードの提供。

【解決手段】 一端部分がデュメット線2で形成される一対のスラググリード1と、スラググリードのデュメット線の端面間に挟まれかつそれぞれ電極5、6を介してデュメット線2に接続される半導体ダイオードチップ3と、デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分を気密的に覆う絶縁体とを有するダイオード15であって、少なくとも絶縁体の露出面の一部の領域でありかつ絶縁体の円周全長に亘る領域は、はっ水性物質で形成されるはっ水膜30で覆われている。はっ水膜は絶縁体の表面全域と前記スラググリード1のデュメット線を覆っている。絶縁体はガラス管4となっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一端部分がデュメット線で形成される一対のスラグリードと、前記スラグリードのデュメット線の端面間に挟まれかつそれぞれ電極を介して前記デュメット線に接続される半導体ダイオードチップと、前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分を気密的に覆う絶縁体とを有するダイオードであって、少なくとも前記絶縁体の露出面の一部の領域でありかつ前記絶縁体の円周全長に亘る領域は、は

10

水性物質で形成されるはっ水膜で覆われていることを特徴とするダイオード。

【請求項 2】 前記はっ水膜は前記絶縁体の表面全域と前記スラグリードのデュメット線を覆っていることを特徴とする請求項 1 記載のダイオード。

【請求項 3】 前記絶縁体はガラス管となっていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のダイオード。

【請求項 4】 一端部分がデュメット線で形成される一対のスラグリードを用意する工程と、前記一対のスラグリードのデュメット線端面間に表裏面にそれぞれ電極を有する半導体ダイオードチップを挟み、前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分を絶縁体で気密的に封止する工程とを有するダイオードの製造方法であって、前記絶縁体による気密封止後、少なくとも前記絶縁体の露出面の一部の領域でありかつ前記絶縁体の円周全長に亘る領域を

20

はっ水膜を形成することを特徴とするダイオードの製造方法。

【請求項 5】 前記絶縁体の露出面を乾燥させ、乾燥状態で少なくとも前記絶縁体の露出面を

30

はっ水膜で覆うことを特徴とする請求項 4 記載のダイオードの製造方法。

【請求項 6】 前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分にガラス管を挿入し、その後前記ガラス管を溶融してガラス管とデュメット線を溶着させることによって前記絶縁体を形成することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載のダイオードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はダイオードおよびその製造方法に関し、特にガラス管封止型ダイオード(DHD)およびその製造方法に関する。

40

【0002】

【従来の技術】ダイオードの一つとして、一対のスラグリードのデュメット線端面間に半導体ダイオードチップを挟んだ後、前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分にガラス管を挿入し、その後前記ガラス管を溶融してガラス管とデュメット線を溶着させて気密封止構造のパッケージを形成した

50

る。

【0003】このようなダブルヒートシンク・ダイオード(DHD)については、オーム会社発行「電子情報通信ハンドブック第 1 分冊」1988 年 3 月 30 日発行、P765 および P766 に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のダブルヒートシンク・ダイオードは、図 5 に示されるように、一対のスラグリード 1 の太径部となるデュメット線 2 の端面間に半導体ダイオードチップ 3 を挟み、かつ前記デュメット線 2、半導体ダイオードチップ 3、デュメット線 2 と連なる部分をガラス管 4 で気密封止した構造となっている。

【0005】前記半導体ダイオードチップ 3 は、その表裏面に電極が形成されている。一方はアノード電極 5 となり、銀(Ag)によるバンプ電極となっている。また、他方は半導体ダイオードチップ 3 の一面全域に亘って形成された Ag の薄膜によるカソード電極 6 となっている。

【0006】前記スラグリード 1 は、たとえば、これは本出願人製造によるものの例であるが、直径 0.5 mm 程度の長い細径部 10 と、この細径部 10 の一端に同軸状態で接続された直径 0.72 mm 程度のデュメット線(太径部)2 とからなっている。また、デュメット線 2 の長さは 2 mm 程度である。さらに、前記ガラス管 4 の外径は 2 mm、長さは 4.2 mm である。

【0007】前記細径部 10 は、表面を銅の皮膜で覆った鉄・ニッケル線材で形成されている。また、前記デュメット線 2 は、図 6 に示されるように、鉄・ニッケルからなる芯材 11 と、この芯材 11 の表面を覆う銅層 12 とからなるとともに、前記銅層 12 の表面部分は処理されて亜酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)膜 13 となっている。そして、前記亜酸化銅膜 13 がガラス管 4 のガラス内に拡散することを利用してデュメット線である太径部 2 とガラス管 4 との気密的接着を図っている。

【0008】しかし、このような従来のダブルヒートシンク・ダイオードは、下記に示すように、デュメット線 2 の製造不良やダイオードの使用時の付着水分(結露)によって、ガラス管 4 等によって形成されたパッケージ 14 が破壊され、電気特性が劣化することが本発明者によってあきらかにされた。

【0009】(1)ダブルヒートシンク・ダイオードを構成するスラグリードの太径部 2 は、デュメット線を一定長さに切断することによって製造される。デュメット線は、鉄・ニッケルからなる芯材を銅で被覆した線素材を引き延ばして順次細くすることによって製造される。この場合、前記芯材の表面にゴミが付着すると、芯材 11 と銅層 12 との間にゴミを巻き込む。デュメット線は 2 mm 程度の極めて短い間隔で切断されて太径部とされるため、巻き込まれたゴミが脱落した場合、太径部 2 を

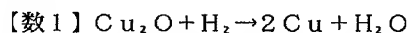
軸方向に貫通する穴が発生する場合もある。この結果、ガラス管4で封止しても、ガラス管4の内外は前記穴によって繋がり、パッケージ14の気密性が損なわれる。

【0010】すなわち、太径部2の全長に亘って穴が存在すると、前記穴を伝わってガラス管4の外の水分がガラス管4内に浸入する。ダイオード15を逆バイアス動作させた場合、半導体ダイオードチップの表面での電流リークが生じ、逆方向電流 $I_R$ が大きくなる。そして、逆バイアスを印加し続けると、半導体ダイオードチップ3のAgからなるアノード電極5がマイグレーションを

起こし、半導体ダイオードチップ3が破壊する。  
【0011】(2)ダイオード15は、図7に示されるように、配線基板16に実装され、アノードとカソード間に電源17によって所定の電圧が印加されて使用される。この場合、図8(a)に示すように、逆バイアス印加中に、ダイオード15の表面に水分19が付着すると、逆バイアスによって水分19が電気分解され、アノード側に水素( $H_2$ )20が発生する。

【0012】この結果、前記水素20によって太径部2の亜酸化銅膜13がその露出部分から順次還元され、図8(b)に示すように隙間21が発生する。化学反応は次式による。

【0013】



還元されて形成された隙間21に水分19が浸入することから、前記隙間21は、順次内部に広がり、ついには図8(c)に示すように、太径部2を軸方向に貫通する穴22となり、パッケージ14の内外を連通させてパッケージ14の気密封止が損なわれることになる。

【0014】気密性が破壊されると、前述のようにガラス管4内に水分19が浸入し、半導体ダイオードチップ3の表面での電流リークが生じ、逆方向電流 $I_R$ が大きくなる。そして、逆バイアスを印加し続けると、半導体ダイオードチップ3のAgのバンプ電極20がマイグレーションを起こし、半導体ダイオードチップ3が破壊する。

【0015】なお、図8(c)における矢印は水分の浸入経路を示す。

【0016】本発明の目的は、気密封止が損なわれない信頼性の高いダイオードおよびその製造方法を提供することにある。

【0017】本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0018】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0019】(1)一端部分がデュメット線で形成される一対のスラグリードと、前記スラグリードのデュメッ

ト線の端面間に挟まれかつそれぞれ電極を介して前記デュメット線に接続される半導体ダイオードチップと、前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分を気密的に覆う絶縁体とを有するダイオードであって、少なくとも前記絶縁体の露出面の一部の領域でありかつ前記絶縁体の円周全長に亘る領域は、はっ水性物質で形成されるはっ水膜で覆われている。前記はっ水膜は前記絶縁体の表面全域と前記スラグリードのデュメット線を覆っている。前記絶縁体はガラス管となっている。

【0020】(2)一端部分がデュメット線で形成される一対のスラグリードを用意する工程と、前記一対のスラグリードのデュメット線端面間に表裏面にそれぞれ電極を有する半導体ダイオードチップを挟み、前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分を絶縁体で気密的に封止する工程とを有するダイオードの製造方法であって、前記絶縁体による気密封止後、少なくとも前記絶縁体の露出面の一部の領域でありかつ前記絶縁体の円周全長に亘る領域をはっ水性物質で覆ってハッ水膜を形成する。前記デュメット線、半導体ダイオードチップおよびデュメット線と連なる部分にガラス管を挿入し、その後前記ガラス管を溶融してガラス管とデュメット線を溶着させることによって前記絶縁体を形成する

(3)前記手段(2)において、前記絶縁体の露出面を乾燥させ、乾燥状態で少なくとも前記絶縁体の露出面をはっ水膜で覆う。

【0021】前記(1)の手段によれば、ガラス管の表面全域とスラグリードのデュメット線をはっ水膜で覆っていることから、アノードとカソードとからなる電極間のパッケージ表面に水分が付着しなくなり、水分付着に起因するデュメット線の亜酸化銅膜の溶解が発生しなくなり、気密性が損なわれることがなくなる。

【0022】また、デュメット線の端がハッ水膜で覆われていることから、デュメット線製造時にデュメット線の長さ方向に微細な穴が発生していても、その穴が前記ハッ水膜によって塞がれるため、水分の浸入が防止され、耐湿性が損なわれなくなる。特に、前記穴を塞ぐ皮膜はハッ水膜であることから、水分のパッケージ内への浸入防止は効果的となる。

【0023】前記(2)の手段によれば、ダイオードの製造時、ガラス管封止後にガラス管表面およびデュメット線部分をはっ水膜で覆うことから、デュメット線に穴が存在してもその穴はハッ水膜で覆われるため、耐湿性の高いダイオードを製造することができるとともに、歩留りが向上する。

【0024】また、アノードとカソードとからなる電極間のパッケージ表面にはハッ水膜を形成することから、水分付着に起因する不良が起き難いダイオードを製造することかできる。

【0025】前記(3)の手段によれば、ガラス管等パッケージの露出面を乾燥させた状態では水膜を形成することから、はっ水膜の下に水分が含まれなくなり、水分に起因するパッケージの気密低下が防止できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0027】なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0028】図1は本発明の一実施形態であるダイオードを示す断面図、図2は本実施形態のダイオードの製造方法等を示すフローチャート、図3は本実施形態のダイオードの製造におけるはっ水性物質塗布方法を示す断面図である。

【0029】本実施形態のガラス管封止型のダイオード15は、図1に示すように、一対のスラグリード1の太径部となるデュメット線2の端面間に半導体ダイオードチップ3を挟み、かつ前記デュメット線2、半導体ダイオードチップ3、デュメット線2と連なる部分を絶縁体(ガラス管4)で気密封止するとともに、前記ガラス管4およびデュメット線2をはっ水膜30で覆った構造となっている。

【0030】前記半導体ダイオードチップ3は、その表裏面に電極が形成されている。一方はアノード電極5となり、銀(Ag)によるバンプ電極となっている。また、他方は半導体ダイオードチップ3の一面全域に亘って形成されたAgの薄膜によるカソード電極6となっている。半導体ダイオードチップ3は、たとえば、一辺が0.35mmの正方形となり、150μmの厚さとなっている。また、バンプ電極は50μmの高さの半球状となっている。

【0031】スラグリード1は、たとえば、直径0.5mm程度の長い細径部10と、この細径部10の一端に同軸状態で接続された直径0.72mm程度のデュメット線(太径部)2とからなっている。デュメット線2の長さは2mm程度である。

【0032】また、前記ガラス管4の外径は2mm、長さは4.2mmである。

【0033】前記細径部10は、表面を銅の皮膜で覆った鉄・ニッケル線材で形成されている。また、前記デュメット線2は、鉄・ニッケルからなる芯材11と、この芯材11の表面を覆う銅層12とからなるとともに、前記銅層12の表面部分は処理されて亜酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)膜13となっている。

【0034】前記ガラス管4は、たとえば、660度の温度下で溶着処理される。前記亜酸化銅膜13とガラス管4との溶着は亜酸化銅がガラス内に拡散するため、溶着性は良好となり、気密封止が図れる。

【0035】前記はっ水膜30は、はっ水性物質で形成

されている。本実施形態では、はっ水膜30はシリコン樹脂によって形成されている。シリコン樹脂は、きわめて強いはっ水性があり、水との接触角は90~110で、水となじみ難い。したがって、大気中の水分がはっ水膜30に付着しなくなる。

【0036】つぎに、本実施形態のダイオード15の製造方法について説明する。ダイオード15の製造は、図2のフローチャートに示すように、作業開始から組立、封止、はんだ処理、特性検査、はっ水膜形成、マーキング、梱包と各処理工程を経て作業が終了する。

【0037】すなわち、組立工程では、細径部10の先端にデュメット線(太径部)2を接続した一対のスラグリード1を用意するとともに、一対のスラグリード1のデュメット線2の端面間に半導体ダイオードチップ3を挟み、前記デュメット線2、半導体ダイオードチップ3、デュメット線2と連なる部分にガラス管4を挿入する。

【0038】つぎに、前記ガラス管4を、たとえば、660度の温度下で溶融処理する。デュメット線2の亜酸化銅がガラス管4のガラス内に拡散し、ガラス管4と亜酸化銅膜13とは強固に溶着されるため、デュメット線2とガラス管4によって形成されるパッケージ14は気密封止構造となる。

【0039】つぎに、パッケージ14の両端から延在する細径部10の表面にはんだめっきが施される。

【0040】つぎに、ダイオード15の電気特性の測定が行われる。

【0041】つぎに、ダイオード15ははっ水膜が形成される。はっ水膜30は、たとえば、図3に示すように、一対のゴムやスポンジからなる吸水性の高いローラ31、32でダイオード15を挟み、かつダイオード15を回転させることによってガラス管4およびデュメット線2の表面にはっ水性物質を塗布することができる。図3では、一対のローラ31、32の間隔が広いが、ローラ31、32を相互に接近させてダイオード15を回転させることによって、ローラ31、32に含ませた図示しないはっ水性物質をガラス管4およびデュメット線2の表面に塗布することができる。

【0042】はっ水性物質としては、本実施形態では、はっ水性の高いシリコン樹脂を使用する。はっ水性樹脂の塗布後、キュアしてはっ水性樹脂を硬化させることによって、図1に示すように、ガラス管4およびデュメット線2の露出面を覆うはっ水膜30を形成する。シリコン樹脂は、水との接触角が90~110となり、水となじみ難い〔工業調査会発行「プラスチック材料読本」1991年10月20日発行、P235〕。

【0043】つぎに、マーキングを行って、はっ水膜30の表面に所望の表示をする。

【0044】つぎに、ダイオード15を所定の容器等に収容し、出荷のための梱包を行ってダイオード製造作業

を終了する。

【0045】本実施形態によれば、ガラス管4の表面全域とスラグリード1のデュメット線2をはっ水膜30で覆っていることから、アノードとカソードとからなる電極間のパッケージ14の表面に水分が付着しなくなる。このため、水分の電気分解に起因する亜酸化銅膜13の消滅もなく、気密性が損なわれることがない。したがって、本実施形態のダイオードはパッケージの気密性が常に維持されるため、水分に対する信頼性が高い。

【0046】また、本実施形態のダイオード15は、デュメット線2の端がはっ水膜30で覆われていることから、デュメット線製造時にデュメット線の長さ方向に微細な穴が発生していても、その穴がはっ水膜30によって塞がれるため、水分の浸入が防止され、耐湿性が損なわれなくなる。特に、前記穴を塞ぐ皮膜ははっ水膜30であることから、水分のパッケージ内への浸入防止は効果的となる。

【0047】以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない、たとえば、図4に示すように、はっ水膜30を部分的に形成し、ガラス管4の長手方向での水分の連続性を断つことによって、水分の電気分解の発生を抑止し、デュメット線2を構成する亜酸化銅膜13の水素による還元を起こさなくする。これによってパッケージ14の気密性維持が図れ、信頼性の高いダイオードとなる。

【0048】本実施形態では、はっ水膜30は2箇所に設けられているが、これらのはっ水膜30でデュメット線2の端面を覆うことから、太径部に穴が存在しても、太径部の穴を塞ぐことができ、穴を経由しての水分のパッケージ14内への浸入を防止でき、ダイオード15の耐湿性の向上を図ることができる。

【0049】本発明では、はっ水性物質としてはシリコン樹脂を用いたが、他の物質、たとえば、他のシリコン樹脂系やポリウレタン樹脂系の樹脂を用いて前記実施例同様な効果が得られる。

【0050】本発明は、はっ水膜30の下に水分を巻き込まないようにするため、前記絶縁体（ガラス管4）の露出面を乾燥させ、乾燥状態ではっ水膜30を形成しても良い。この製造方法によれば、はっ水膜30の下に水分が含まれなくなり、水の電気分解が発生しなくなり、デュメット線の亜酸化銅膜13の消滅も起きず、パッケージ14の気密低下が防止できる。

【0051】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるガラス管を用いたダブルヒートシンク・ダイオードの製造技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではない。たとえば、半導体ダイオードチップやス

ラグリードの一部を覆う絶縁体としては、ガラス管でなくプラスチックでも良い。

【0052】本発明は少なくともデュメット線を使用するダイオードには適用できる。

【0053】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0054】（1）本発明のダブルヒートシンク・ダイオードは、ガラス管等からなるパッケージの表面の一部にはっ水膜が形成されていることから、仮にパッケージの一部に水分が付着（結露）しても、水分は途中で途切れるため、前記水分に電圧が印加されなくなり、水分の電気分解に起因するデュメット線の亜酸化銅膜の消滅も起きず、常に高い気密性を維持でき、耐湿性の高いダイオードとなる。

【0055】（2）本発明のダブルヒートシンク・ダイオードは、デュメット線の端面がはっ水膜で覆われるため、仮にデュメット線に穴が存在しても、その穴ははっ水膜で覆われていることから、耐湿性が維持される。

【0056】（3）本発明のダブルヒートシンク・ダイオードは、その製造において、デュメット線の端面をはっ水膜で覆うため、仮にデュメット線に穴が存在しても、その穴ははっ水膜で覆うことができ、製造歩留りの向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるダイオードを示す断面図である。

【図2】本実施形態のダイオードの製造方法等を示すフローチャートである。

【図3】本実施形態のダイオードの製造におけるはっ水性物質塗布方法を示す断面図である。

【図4】本発明の他の実施形態であるダイオードを示す断面図である。

【図5】従来のダイオードを示す断面図である。

【図6】図5のA-A線に沿う断面図である。

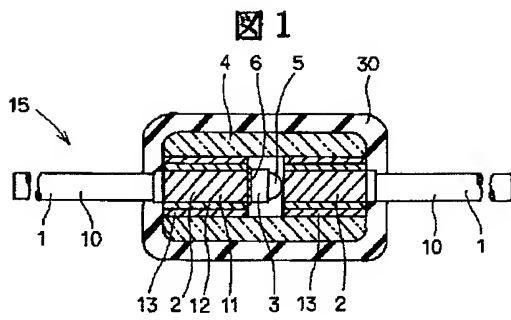
【図7】実装状態の従来のダイオードに水分が付着した状態を示す模式図である。

【図8】水分付着による従来のダイオードの不良発生メカニズムを示す模式的断面図である。

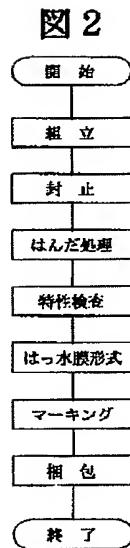
【符号の説明】

1…スラグリード、2…デュメット線（太径部）、3…半導体ダイオードチップ、4…ガラス管、5…アノード電極、6…カソード電極、10…細径部、11…芯材、12…銅層、13…亜酸化銅膜、14…パッケージ、15…ダイオード、16…配線基板、17…電源、19…水分、20…水素、21…隙間、22…穴、30…はっ水膜、31、32…ローラ。

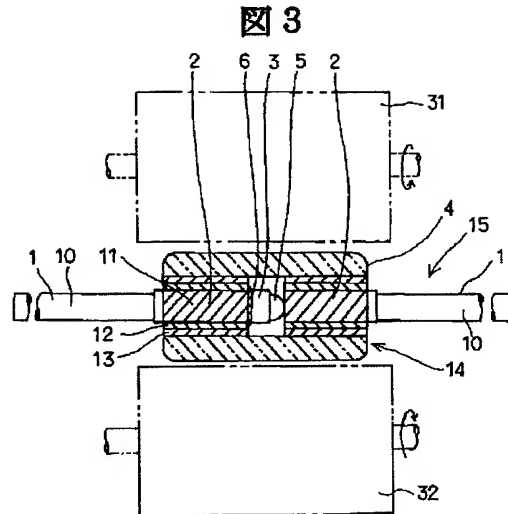
【図1】



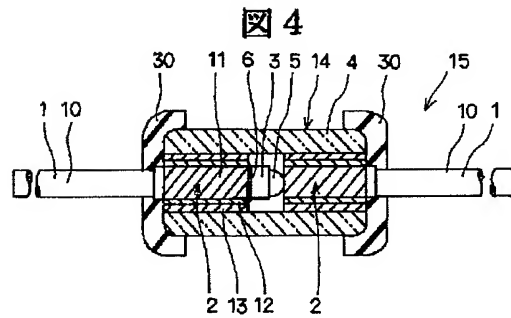
【図2】



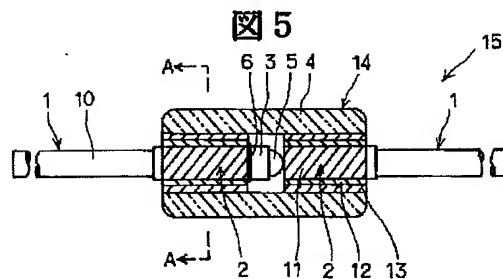
【図3】



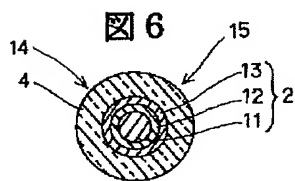
【図4】



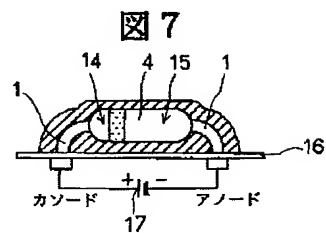
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

図8

